



## Fault-Tolerant Onboard Monitoring and Decision Support Systems

Lajic, Zoran

*Publication date:*  
2010

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Lajic, Z. (2010). *Fault-Tolerant Onboard Monitoring and Decision Support Systems*. Technical University of Denmark. DCAMM Special Report No. S121

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## Resumé

Formålet med forskningen udført gennem projektet er at forbedre nuværende beslutningsstøttesystemer beregnet for skibes operation på åbent hav. Særligt rettes fokus mod en skibsbaseret estimering af den øjeblikkelige søtilstand. I projektet undersøges endvidere, hvordan den overordnede pålidelighed af beslutningsstøttesystemer kan forbedres, og en specifik udviklet metode hertil diskuteres. Grundlæggende er ideen at konvertere det givne system til et fejltolerant system samtidig med at datafusioneringen fra flere sensorer forbedres. Baggrunden for projektet er det danske kommercielle system SeaSense, som er installeret på flere containerskibe og flådefartøjer. SeaSense systemet estimerer den øjeblikkelige søtilstand ( $H_s$ ,  $T_z$ ) på basis af en simpel og tilnærmet algoritme; desuden giver systemet information om belastningen i skrogbjælken, skibets ydelse i søen og rådgivning til skibets kaptajn omkring kurs og fart, således at skibet opereres indenfor tilladte grænser. SeaSense systemet er baseret på en kombineret brug af matematiske modeller og målinger fra et sæt af sensorer.

Pålideligheden af monitorerings- og beslutningsstøttesystemer som for eksempel SeaSense kan forbedres ved implementering af fejltolerante metoder (Fault Diagnosis and System Re-design) og en kvalitetstest af datafusioneringen (Sensor Fusion Quality test) forkortet SFQ test.

Fejldiagnostisering betyder at detektere tilstedeværelsen af fejl i det givne system. Såfremt søtilstanden estimeres ud fra en bølgebøjeanalogi fås den bedste løsning ved at betragte tre skibsrespons simultant. Fejlbehæftede respons skal udelades, hvis det er muligt, og hvis ikke bør fejlen estimeres. Fejldiagnostisering kan inddeles i tre trin: detektering af fejlen, isolering af fejlen og estimering af fejlens størrelse. *Detektering* af fejlen afgør om en fejl har indtruffet. Dette trin bestemmer til hvilket tidspunkt systemet er udsat for den givne fejl. *Isolering* af fejlen finder systemkomponenten, hvori fejlen er indtruffet. *Estimering* af fejlen giver et estimat af fejlens størrelse. Endelig bestemmer en tilknyttet funktion, hvor alvorlig fejlen er, når dens placering samt størrelse er kendte.

Fejltolerant datafusionering indebærer, at det givne beslutningsstøttesystem tilpasser sig fejl, således at systemet fortsat kan opfylde dets funktion selv ved tilstedeværelsen af en fejl. I fraværet af fejl skal systemet derimod give den mest nøjagtige information under brug af SFQ testen.

Igennem projektet er studeret forskellige fejlscenarier og følsomheden (af residualerne) overfor fejl er blevet undersøgt. Residualerne evalueres gennem *Generalised Likelihood Ratio* (GLR) testen, og alle fejl kunne detekteres og isoleres.

Den udviklede SFQ test kan bruges til at afgøre, hvilke tre skibsrespons der er mest anvendelige i forbindelse med en estimering af søtilstanden. SFQ testen skal anvendes på enhver kombination

af tre ikke-fejlbehæftede respons, og det er gennem analyser vist, at testen kan benyttes til at forbedre nøjagtigheden af estimeringen af søtilstanden.